

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-251820

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H01J 37/20

B25J 7/00

G01N 1/28

G01N 1/32

G01R 1/06

G01R 31/28

(21)Application number : 11-056602

(71)Applicant :

HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.03.1999

(72)Inventor :

MATSUSHIMA MASARU

UMEMURA KAORU

TOMIMATSU SATOSHI

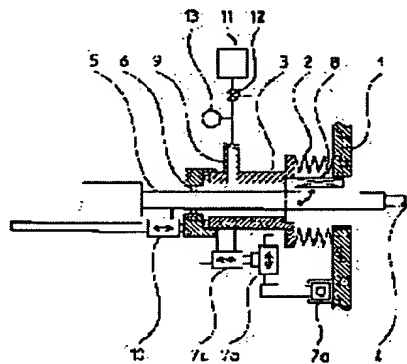
KOIKE HIDEKI

## (54) MANIPULATOR AND PROBE DEVICE AND SAMPLE PREPARATION DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manipulator for operating a probe inside a vacuum device capable of improving a device operation rate by shortening stopping time of the device during probe exchange.

SOLUTION: A vacuum introducing mechanism is provided capable of taking in and out a probe from a vacuum chamber 1 of a device main body, without breaking the vacuum chamber 1 to atmosphere. Actually, an air lock chamber 3 is provided on the vacuum chamber 1, and this air lock chamber 3 is connected to the vacuum chamber 1 of the main body by a vacuum bellows 2. A probe holder 5 is attached to the air lock chamber 3, and a probe 4 is moved together with the air lock chamber 3 by a moving mechanism 7 provided on the main body. The air lock chamber 3 enable evacuation through an exhaust port 9 and a space between the air lock chamber 3, and the vacuum chamber 1 is partitioned by a vacuum valve 8. A second moving mechanism 10 is provided so that the probe 4 moves between the air lock chamber 3 and the vacuum chamber 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-251820  
(P2000-251820A)

(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 1 J 37/20		H 0 1 J 37/20	Z 2 G 0 1 1
B 2 5 J 7/00		B 2 5 J 7/00	2 G 0 3 2
G 0 1 N 1/28		G 0 1 N 1/32	B 3 F 0 6 0
	1/32	G 0 1 R 1/06	E 5 C 0 0 1
G 0 1 R 1/06		G 0 1 N 1/28	G 9 A 0 0 1
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平11-56602

(22)出願日 平成11年3月4日(1999.3.4)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 松島 勝

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 梅村 馨

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

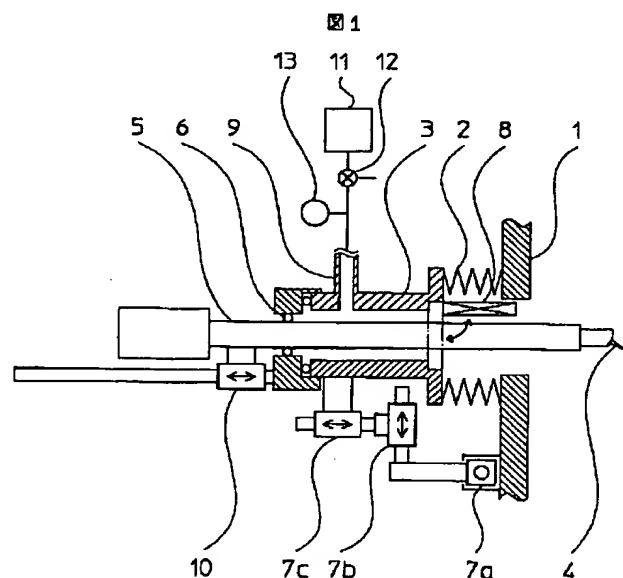
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マニピュレータおよびそれを用いたプローブ装置、試料作製装置

(57)【要約】

【課題】真空装置内でプローブを操作するマニピュレータにおいて、プローブ交換時における装置の停止時間を短縮し、装置稼働率を向上させるマニピュレータを提供する。

【解決手段】装置本体の真空チャンバからプローブを出し入れする際に、真空チャンバ1を大気開放することなく行える真空導入機構を設ける。具体的には、真空チャンバ1にエアロック室3を設け、このエアロック室3を、本体の真空チャンバ1と真空ベローズ2で接続する。エアロック室3にはプローブホルダ5を取り付け、本体に設けた移動機構7によりエアロック室3ごとプローブ4を移動する。エアロック室3は排気ポート9から真空排気を可能とし、エアロック室3と真空チャンバ1の間を真空バルブ8で仕切る。プローブ4はエアロック室3と真空チャンバ1の間を移動できるように、第二の移動機構10を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】針状部材と、該針状部材を真空容器内で移動させるための移動手段からなるマニピュレータであって、該針状部材は、該真空容器を大気開放することなしに、該真空容器からの出し入れを可能とする真空導入手段を具備することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】請求項 1 記載のマニピュレータにおいて、該真空導入手段は、該真空容器に真空ペローズで接続され、かつ該移動手段によって該針状部材と共に移動する小型真空容器と、該小型真空容器内を真空排気する排気手段と、該真空容器と該小型真空容器の仕切を開閉する真空バルブと、該針状部材が該真空容器と該小型真空容器の間を移動可能とする第二の移動手段によって構成されることを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 3】請求項 2 記載のマニピュレータにおいて、該小型真空容器は該真空容器に設けた案内手段に沿って移動する構造を有することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 4】請求項 2 記載のマニピュレータは、該真空容器への取り付けに用いるフランジを有し、かつ、該小型真空容器は該フランジに設けた案内手段に沿って移動する構造を有することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 5】請求項 2 記載のマニピュレータにおいて、該針状部材は探針と探針保持具で構成され、該探針保持具は該探針の外周の少なくとも 3 箇所を中心軸に向かって弾力性により固定する構造とし、該探針は該探針保持具に対して抜き差しが可能であることを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 6】請求項 2 記載のマニピュレータにおいて、該針状部材は探針と探針保持具で構成され、該探針の先端を保護するための保護カバーを有し、該マニピュレータの使用状況に応じて、該保護カバーが該探針を収納する機構を具備することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 7】請求項 5 または 6 記載のマニピュレータにおいて、該針状部材は該探針が複数個取り付けられる構造を有し、使用時はそのうちの 1 個を選択する機構を具備したことを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 8】請求項 2 から 7 のうちいずれかに記載のマニピュレータにおいて、該針状部材の先端が薄板状になっていることを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 9】試料を載置する試料ステージと、荷電粒子ビームの照射光学系と、該荷電粒子ビームの照射によって試料から発生する二次粒子を検出する二次粒子検出器と、該二次粒子検出器で得られた二次粒子像を表示する画像表示器を具備し、かつ、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のマニピュレータを用いて、該針状部材の操作を行うことを特徴とするプローブ装置。

【請求項 10】請求項 9 記載のプローブ装置において、該マニピュレータを複数個具備し、該針状部材を各々独立に移動可能であることを特徴とするプローブ装置。

【請求項 11】請求項 9 または 10 記載のプローブ装置において、該荷電粒子ビームが集束イオンビーム、投射イオンビーム、電子ビームのうちのいずれかであることを特徴とするプローブ装置。

【請求項 12】請求項 9 から 11 のうちいずれかに記載のプローブ装置において、該針状部材は、該針状部材を該試料に接触させて、該試料基板の一部に電圧を供給する電圧印加手段に連結していることを特徴とするプローブ装置。

【請求項 13】請求項 9 から 11 のうちいずれかに記載のプローブ装置において、該針状部材に電圧を供給する電圧印加手段を具備し、該試料基板の電気的特性を測定することを特徴とするプローブ装置。

【請求項 14】請求項 9 から 11 のうちいずれかに記載のプローブ装置において、該針状部材に電圧を供給する電圧印加手段と、該試料基板に接触した際に流れる電流を検知する電流検出部を具備し、該試料基板への接触を判別することを特徴とするプローブ装置。

【請求項 15】試料を載置する試料ステージと、エネルギービームの照射光学系と、該エネルギービームの照射によって試料から発生する二次粒子を検出する二次粒子検出器と、該二次粒子検出器で得られた二次粒子像を表示する画像表示器を具備し、かつ、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のマニピュレータを用いて、該二次粒子検出器の視野内において該針状部材で該試料の一部を分離させる操作を行うことを特徴とする試料作製装置。

【請求項 16】請求項 15 記載の試料作製装置において、該エネルギービームは集束イオンビーム、投射イオンビーム、レーザビームのうちのいずれかであることを特徴とする試料作製装置。

【請求項 17】請求項 15 または 16 記載の試料作製装置において、該マニピュレータにおける該針状部材がガラスもしくは高分子材料からなることを特徴とする試料作製装置。

【請求項 18】請求項 15 または 16 記載の試料作製装置において、該針状部材に電圧を供給する電圧印加手段と、該試料基板に接触した際に流れる電流を検知する電流検出部を具備し、該試料基板への接触を判別することを特徴とする試料作製装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、真空内における微小探針のマニピュレータに係り、特に電子素子の性能を評価、ないしは不良を解析するプローブ装置、もしくは集束イオンビームを利用して、試料片から分析や観察に必要な部分のみを加工・摘出する試料作製装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の電子素子の評価方法として、プローブ装置がある。これは、大気中で光学顕微鏡により検

査試料を観察しながら、電気的特性を測定したい位置に探針を接触させる方法である。この探針に、電圧印加手段と電流測定手段を設けることにより、素子の電流電圧特性を評価したり、導通不良箇所を特定することが可能である。近年では、半導体の高集積化が進み、サブミクロンの配線を持った電子素子の評価をする手法が考案されている。例えば、特開平9-326425号公報に開示されているように、前述したプローブ装置において、光学顕微鏡の代わりに、真空中にて荷電粒子を試料に照射し、その二次電子を検出する顕微手段（電子顕微鏡等）を用い、高精度の探針移動機構により、探針を試料に接触させている。

【0003】また、半導体の高集積化により、走査型電子顕微鏡（以下、SEMと略記）の分解能では測定できないほど極微細なものにおける解析の必要性が高まっている。そのため、SEMに代わって観察分解能が高い透過型電子顕微鏡（以下、TEMと略記）が有力視されている。TEMで観察するには、試料の観察部の厚さを、0.1 $\mu$ mまで薄く加工する必要がある。この加工手順の例として、まず、ダイシング装置を用いてウエハ等の試料から、観察すべき領域を含む短冊状ベレットを切り出す。このベレットの一部に、集束イオンビーム（以下、FIBと略記）を照射して、薄壁状の部分を作る。TEM観察時には、この薄壁面に垂直に電子線を照射することで行う。この方法の欠点は、一つの試料を作成するのに、作業が煩雑になることや、ウエハを切断するために分析できない箇所があるという点が挙げられる。これに対し、特開平5-52721号公報では、以下のような手法が開示されている。これは、試料の姿勢を変化させながら、FIB加工のみで試料を切り出してしまう方法である。ここでは、切り出し後の試料摘出手段として、前述したプローブ装置の探針と同様な形状の操作針を試料に接触させ、堆積ガスを供給し、イオンビームアシストデポジション膜を形成することで、操作針と試料との接着を行い、ウエハから分離を行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のプローブ装置、および後者の試料作製装置ともに共通な問題として、探針、もしくは操作針（以下、プローブという）を試料に接触させるため、プローブ先端の劣化が挙げられる。接触させたときのプローブの変形が、弾性変形領域に収まるような荷重・変位であるよう、接触検出の方法も検討されている。しかし、試料の表面が絶縁物で覆われているなど、接触面の状態が常に同一ではないため、プローブの接触検知不良により必要以上に試料に押し付ける場合が生じる。これにより、プローブ先端が塑性変形し、次回以降のプローブの使用が困難になる。この問題は、半導体の集積度が上がり、プローブ先端が細くなるに従って、顕著となる。

【0005】また、後者の試料作製装置に限って言え

ば、プローブ先端を試料に接着し、ウエハから試料を分離した後に、別の試料を作成・摘出する際には、プローブ先端を切断しなければならない。この切断はFIBで行え、さらに切断面をFIBで鋭利にすることは可能であるが、平面的な加工のみため、厚さ方向に太い、くさび状のプローブになってしまう。このため、繰り返し使用するには、限度がある。

【0006】上記理由により、いずれの装置においてもプローブは消耗品であり、かなりの頻度で交換が必要となる。ところで、これらの装置に取り付けられているプローブ移動用のマニピュレータは、機構部とプローブが一体になっており、プローブ交換時には真空チャンバを大気開放して、本体から取り外さなければならなかった。このため、交換後の真空立ち上げにおいて、長時間を必要とし、装置の稼働率を低下させる原因となっていた。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、以下の手段を用いる。

【0008】装置本体である真空チャンバからプローブを出し入れする際に、真空チャンバを大気開放することなく行える真空導入機構を設ける。具体的には、真空チャンバにはエアロック室を設けており、このエアロック室は、本体の真空チャンバとフレキシブルな真空ベローズで接続されている。プローブを保持している部材は、エアロック室に取り付けられており、本体に設けられた移動機構によりエアロック室ごとプローブを移動できる。エアロック室は真空排気可能な構造であり、エアロック室と真空チャンバの間は真空バルブで仕切られている。プローブはエアロック室と真空チャンバの間を移動できるよう、第二の移動機構を設ける。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例にしたがって説明する。

【0010】図1は本発明の実施例を示すマニピュレータの概略構成図である。図において、装置本体である真空チャンバ1には、真空ベローズ2で接続されたエアロック室3が設けてある。プローブ4を装着したプローブホルダ5は真空シール6を介してエアロック室3に固定されており、真空チャンバ1に設けられた3軸の移動機構7a、7b、7cにより、エアロック室3ごとプローブ4の移動が可能である。エアロック室3と真空チャンバ1の仕切りは、開閉可能な真空バルブ8で構成されており、排気ポート9は三方弁12を介して真空ポンプ11に接続されている。この三方弁12を切り替えることにより、エアロック室3の真空排気／大気開放が可能となる。排気ポート9には、エアロック室3内の圧力を測定するための真空ゲージ13が設けられており、この圧力がある設定値内に入っていない場合、真空バルブ8が開かない構造となっている。また、プローブ4はエアロ

ック室3と真空チャンバ1の間を移動できるよう、プローブホルダ5には1軸の移動機構10が設けられている。

【0011】ここで、本実施例の動作について説明する。プローブ4を交換する際には、図2(a)に示すように、移動機構10を用いてプローブホルダ5を退避させ、真空バルブ8を閉じる。これにより、エアロック室3は本体真空チャンバ1とは別空間になる。ここで、エアロック室3に排気ポート9からエアを入れて、エアロック室3内を大気圧にする。この後、プローブホルダ5をエアロック室3から取り外し、図2(b)の状態にしてからプローブ4の交換作業を行う。交換後は、逆の手順でプローブホルダ5をエアロック室3に取り付け、エアロック室3内を真空排気する。エアロック室3と真空チャンバ1の圧力差が小さくなったことを確認し、真空バルブ8を開く。プローブホルダ3は移動機構10により、真空チャンバ1内に導入される。プローブ4を所望の位置に操作するには3軸の移動機構7a、7b、7cを用いてエアロック室3ごと移動させる。これにより、真空チャンバを大気開放すること無く、プローブの交換が可能となる。

【0012】図3は本発明の別の実施例を示すマニピュレータの詳細断面図である。また、図4は図3の平面図、図5は図3のAA断面図、そして図6はプローブホルダの断面図である。図において、装置本体である真空チャンバ31には、ベースフランジ32が真空シール33を用いて固定されている。エアロック室34は真空ベローズ35を介して、ベースフランジ32に接続されており、エアロック室34の端面には真空バルブ37を備えている。真空バルブ37の開閉は、エアロック室34内に構成した筒状のバルブ開閉機構38を回転させることによって行う。また、エアロック室34には、排気用の配管39が真空ベローズ40を介してベースフランジ32に取り付けられており、排気ポート41に通じている。これにより、エアロック室34内の排気(あるいはリーク)を行う。ベースフランジ32にはY軸用リニアガイド42を介してベース(Y)43が取り付けられている。その両端には、ベースフランジ32に固定されたY軸用リニアアクチュエータ44と予圧用押しバネ45aが仕込まれており、ベース(Y)43のY軸方向への移動を行う。同様に、ベース(Y)43にはZ軸用リニアガイド46を介してベース(Z)47が取り付けられており、ベース(Y)43に固定されたZ軸リニアアクチュエータ48と予圧押しバネ45bによって、Z軸方向への移動を行う。X軸方向へは、X軸用リニアガイド49に沿ってベース(X)50を移動させるが、このとき、X軸用リニアアクチュエータ51の出力をてこ55を用いて反転させている。ベース(X)50には、エアロック室32、およびプローブ36を装着しているプローブホルダ54を固定しているため、各軸のリニアアク

チュエータ44、48、51を駆動させることにより、プローブ36の移動を行える。プローブ36の位置は、各軸のエンコーダ52a、52b、52cの出力値によって把握され、高精度な位置制御が可能である。プローブホルダ54はエアロック室32の軸に沿って、真空を保ちながら移動可能なように、軸用の真空シール53を設けてある。プローブホルダ54の先端には、給電用に板バネ状の導電板56が接触しており、この導電板56は導線57によってベースフランジ32に設けられた電流導入端子58に接続されている。これによりプローブへの給電が可能である。なお、給電部材として板バネを用いる理由は、接触抵抗を小さくして安定した給電を実現するためと、プローブホルダ54の先端を一方方向に荷重をかけることにより、先端の振動の発生を抑制するためである。

【0013】図6(a)に示すようにプローブホルダ54は、プローブ36が取り付けられたロッド59と、外筒60の二重構造になっており、リング61によって真空シールされている。ロッド59はツマミ62の操作によって、外筒60に対して直線および回転移動を行う。ロッド59はストッパ63によりその位置が固定され、プローブ先端の収納・保護が可能となる。また、プローブホルダ54の先端には、板バネ64を径方向に6ヶ配列したプローブソケット66を有している。この板バネ64によりプローブ36を固定するため、プローブ36の抜き差しが可能となり、ネジ等を用いることなくプローブ36の取り外しが容易となっている。プローブ36は絶縁材65によってロッド59とは電氣的に絶縁されているため、前述した導電板56の接触による給電が可能となっている。

【0014】ここで、本実施例の動作について説明する。プローブ36の先端の破損、または消耗によりプローブ36を交換する際には、まず、図6(b)に示すように、ツマミ62を直進および回転させて、プローブ36を外筒60に収納する。その後、図7(a)に示すように、プローブホルダ54を手動により退避させ、バルブ開閉機構38を動作させて真空バルブ37を閉じる。これにより、エアロック室34は本体真空チャンバ31とは別空間になる。ここで、エアロック室34に排気ポート41からガス、例えばエアを入れて、エアロック室34内を大気圧にする。この後、さらにプローブホルダ54をエアロック室34から引き抜き、ツマミ63を元に戻して図7(b)の状態にし、プローブ36の交換作業を行う。なお、ここではプローブはタングステン製の針67と針支持部材68で構成され、針67は針支持部材68に溶接により固定されている。プローブ36の交換はピンセット等を用いて、図6(c)、(d)に示すようにプローブ36をプローブホルダ54から引き抜き、替わりに新品のプローブを差し込む。交換後は、逆の手順で組み込めば良い。まず、プローブホルダ36を

エアロック室34に挿入し、エアロック室34内を真空排気する。エアロック室34と真空チャンバ31の圧力差が小さくなるまで、例えばエアロック室34の圧力が5Pa以下になったことを確認して、バルブ開閉機構38を動作させて真空バルブ37を開く。プローブホルダ54はさらに手動により、真空チャンバ31内に挿入される。プローブ36を所望の位置に操作するには3軸のリニアアクチュエータ44、48、51を用いてエアロック室34ごと移動させる。これにより、真空チャンバを大気開放すること無く、容易にプローブの交換が可能となる。なお、装置本体の真空チャンバ31には、ベースフランジ32で固定しているだけなので、本体への取り付け/取り外しは容易な構造となっている。このため、本体の取り付けフランジの寸法および位置に合わせることで、既納装置に対しても追加取り付けが容易である。

【0015】図8は本発明の別の実施例を示すマニピュレータを搭載したプローブホルダ断面図である。図において、ロッド59の先端にはプローブ36が放射状に6ヶ配置され、各々板バネ64にて固定されている。ロッド59は外筒60に対して回転が可能な構造となっており、ロッド59の先端のツマミ63を回転させることにより、使用するプローブを選択することが可能である。これにより、プローブ先端の破損あるいは消耗時に交換のために行うプローブホルダの引出し作業の頻度が、およそ1/6に減少し、装置稼働率がさらに向上することになる。

【0016】図9は本発明の実施例をプローブ装置に適用したときの概略図である。図において、電子銃71から放出された電子ビーム72は、アパーチャ73により成形され、集束レンズ74により電子ビーム72の拡がりを制御し、偏向器75と対物レンズ76を通ることによってステージ77上の所望の位置に集束される。ステージ77上には、半導体ウエハや半導体チップ等の基板78を載置しており、ステージ位置コントローラ79により基板78の評価する素子の位置を特定する。複数のマニピュレータ80a、80b、80cに装着された各々のプローブ81a、81b、81cは、ステージ77とは独立に駆動可能なプローブ位置コントローラ82a、82b、82cによって、基板78上の評価素子の位置まで移動させる。移動の際は、電子ビームコントローラ83により、基板78の評価素子近傍に電子ビーム72を走査して、基板78からの二次電子を二次電子検出器84により検出し、その画像をディスプレイ85で表示/観察しながら行う。プローブ81が接触した基板78の微小部分に電圧を印加できるよう、各プローブ81a、81b、81cには電源86が接続されている。同時に、各プローブ81a、81b、81cに流れる電流も測定できる様、電流計87が接続されている。評価方法の例として、ウエハ上に形成されたMOSデバイス

における場合を記す。まず、3つのプローブをそれぞれ、ソース電極、ゲート電極、ドレイン電極に接触させる。ここで、プローブを用いてソース電極をアースに落とし、プローブによりゲート電極の電圧をパラメータとして振りながら、プローブによりドレイン電圧と、ソースドレイン間を流れるドレイン電流の関係を測定する。これにより、MOSの出力特性を得ることができる。これらの動作は中央演算処理装置88によって、一括して制御されている。

【0017】なお、マニピュレータ80a、80b、80cは前述した図3に示したものと、同様な構成としてある。これにより、測定評価時にプローブが破損しても、容易にプローブ交換が可能であるため、プローブ装置の稼働率を向上させることが可能である。

【0018】また、本実施例において、電子銃71をイオン源に置き換えて構成される照射光学系を用いたプローブ装置であっても、本発明のマニピュレータを用いることにより、同様の効果が得られる。

【0019】図10は本発明の実施例を試料作製装置に適用したときの概略図である。図において、真空ポンプ100によって内部を真空雰囲気にした試料室96およびカラム101において、イオン源89から放出されたイオンビーム90は、ビーム制限アパーチャ91により成形され、集束レンズ74によりイオンビーム90の拡がりを制御し、偏向器75と対物レンズ76を通ることによって、試料室に載置したステージ77上の所望の位置に集束される。集束されたイオンビーム90、すなわちFIBは、基板78表面を走査した形状にスパッタすることにより、試料92の精密な加工を行える。ステージ77上には、半導体ウエハや半導体チップ等の基板78と、摘出した試料92を保持する試料ホルダ93を載置しており、ステージ位置コントローラ79により試料加工および摘出をする位置の特定を行う。マニピュレータ80に装着されたプローブ81は、ステージ77とは独立に駆動可能なプローブ位置コントローラ82によって、基板78上の摘出位置まで移動させる。移動および加工の際は、FIBコントローラ94により、基板78の摘出位置近傍にFIBを走査して、基板78からの二次電子を二次電子検出器84により検出し、その画像をディスプレイ85で表示/観察しながら行う。試料92の摘出には、基板78の姿勢を変化させながらFIB加工を行うことにより、試料92をクサビ状に切り出し、プローブ81先端を試料92に接触させる。接触部にはデポガス源95を用いて堆積ガスを供給し、イオンビームアシストデポジション膜を形成することで、プローブ81と試料92との接着を行う。この後、プローブ位置コントローラ82によりプローブ81を基板78から引き上げ、ステージ77上の試料ホルダ93の位置に移動する。プローブ81を下降し、プローブ81に接着した試料92のクサビ先端が試料ホルダ93の表面に接触し

たのを確認し、イオンビームアシストデポジション膜にて試料 92 の側面と試料ホルダ 93 とを接着する。プローブ 81 の先端は FIB によって試料 92 から切断され、プローブ位置コントローラ 82 により、次の試料摘出位置へ移動を行う。このようにして一枚の基板から所望の数の試料を、一つの試料ホルダに移載することが可能である。これらの動作は中央演算処理装置 88 によって、一括して制御されている。ここで、プローブ 81 には、図 11 (a) に示すように先端を鋭利な形状にしたものや、同図 (b) のように、プローブ先端を FIB で加工して薄板状にしたものがある。後者はプローブの加工に手間がかかるが、基板 78 への接触に際して細かな位置決めが必要がなく、また、クサビ状の試料 92 を FIB で切り落とした後は図 11 (c) のようになるため、幅広の分だけ繰り返し使用が出来るという利点がある。

【0020】なお、前述した実施例と同様、マニピュレータは図 3 に示した構成としている。また、マニピュレータ内部のエアロック室は、配管 97 により三方弁 98 および真空ポンプ 98 に接続されており、エアロック室内の真空排気／大気開放が可能な構造となっている。これにより、プローブが消耗あるいは破損しても、容易なプローブ交換を可能とし、試料作製装置の稼働率を向上させることが可能である。

【0021】また、本実施例において、偏向器 75 と対物レンズ 76 をマスク板と投射レンズに置き換えて構成される投射イオンビームを用いた試料作製装置、あるいは、イオン源 89 をレーザー光源に置き換えて構成されるレーザービームを用いた試料作製装置であっても、本発明のマニピュレータを用いることにより、同様の効果が得られる。

【0022】また、本実施例において、プローブ 81 をガラスや高分子材料で構成した場合、イオンビームアシストデポジション膜を形成せずに、静電気力を利用して試料 92 の摘出を行う。このため、プローブ 81 の先端を切断することはないが、不慮の事故による破損時の交換に対して、本発明のマニピュレータを用いることにより、同様の効果が得られる。

#### 【0023】

【発明の効果】本発明により、プローブを本体の真空チャンバから出し入れする際に、真空チャンバを大気開放する必要がないため、装置の稼働率を向上させることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例であるマニピュレータを説明するための概略構成図である。

【図 2】本発明の実施例を示すマニピュレータの動作を説明するための概略構成図である。

【図 3】本発明の別の実施例を示すマニピュレータの詳

細断面図である。

【図 4】本発明の図 3 の実施例であるマニピュレータの平面図である。

【図 5】本発明の図 3 の実施例であるマニピュレータの AA 断面図である。

【図 6】本発明の図 3 の実施例であるマニピュレータに搭載したプローブホルダの断面図である。

【図 7】本発明の図 3 の実施例であるマニピュレータの動作を説明するための図である。

【図 8】本発明の別の実施例であるマニピュレータに搭載したプローブホルダの断面図である。

【図 9】本発明の別の実施例を示すプローブ装置の概略構成図である。

【図 10】本発明の別の実施例を示す試料作製装置の概略構成図である。

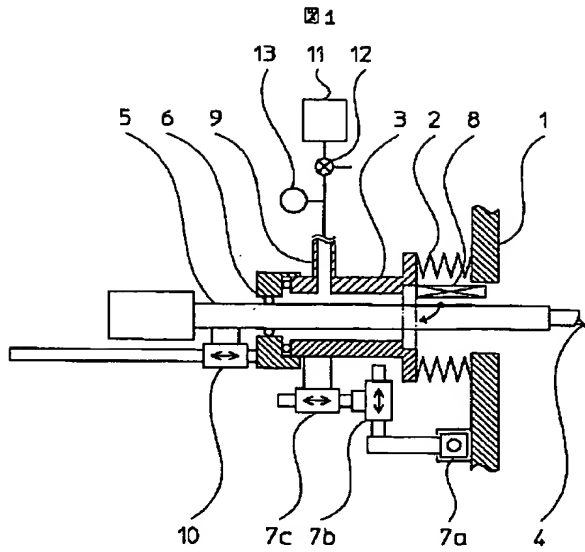
【図 11】本発明の図 10 の実施例である試料作製装置における、プローブ先端形状を示す概略図である。

#### 【符号の説明】

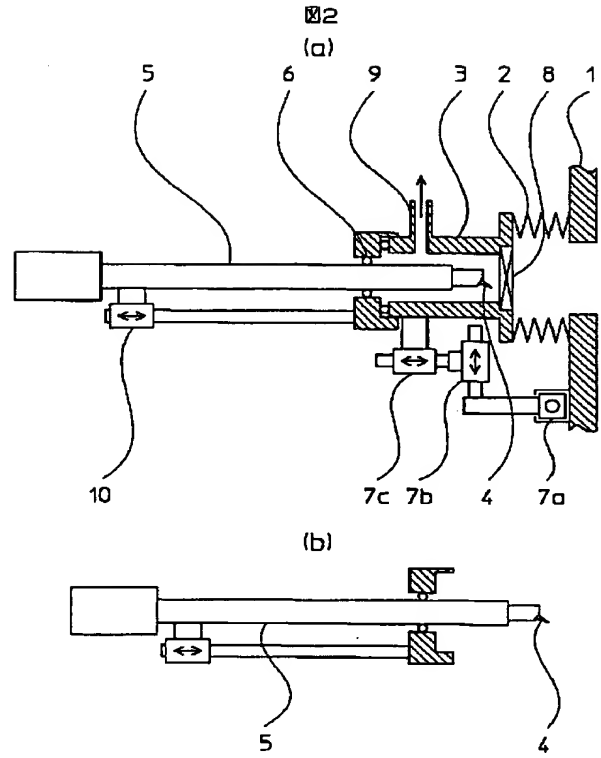
1…真空チャンバ、2…真空ベローズ、3…エアロック室、4…プローブ、5…プローブホルダ、6…真空シール、7…3 軸移動機構、8…真空バルブ、9…排気ポート、10…1 軸移動機構、11…真空ポンプ、12…三方弁、13…真空ゲージ、31…真空チャンバ、32…ベースフランジ、33…真空シール、34…エアロック室、35…真空ベローズ、36…プローブ、37…真空バルブ、38…バルブ開閉機構、39…排気用配管、40…真空ベローズ、41…排気ポート、42…Y 軸用リニアガイド、43…ベース (Y)、44…Y 軸用リニアアクチュエータ、45…予圧用押しバネ、46…Z 軸用リニアガイド、47…ベース (Z)、48…Z 軸用リニアアクチュエータ、49…X 軸用リニアガイド、50…ベース (X)、51…X 軸用リニアアクチュエータ、52…エンコーダ、53…真空シール、54…プローブホルダ、55…てこ、56…導電板、57…導線、58…電流導入端子、59…ロッド、60…外筒、61…O リング、62…ツマミ、63…ストッパ、64…板バネ、65…絶縁材、66…ソケット、67…針、68…針支持部材、71…電子銃、72…電子ビーム、73…アパーチャ、74…集束レンズ、75…偏向器、76…対物レンズ、77…ステージ、78…基板、79…ステージ位置コントローラ、80…マニピュレータ、81…プローブ、82…プローブ位置コントローラ、83…電子ビームコントローラ、84…二次電子検出器、85…ディスプレイ、86…電源、87…電流計、88…中央演算処理装置、89…イオン源、90…イオンビーム、91…ビーム制限アパーチャ、92…試料、93…試料ホルダ、94…FIB コントローラ、95…デボガス源、96…試料室、97…配管、98…三方弁、99…真空ポンプ、100…真空ポンプ、101…カラム。



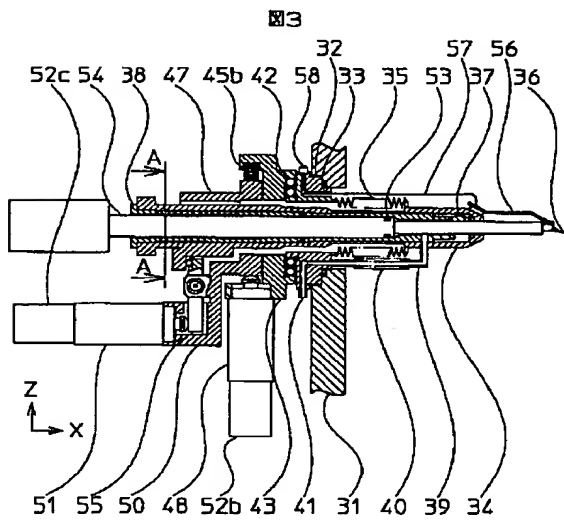
【図1】



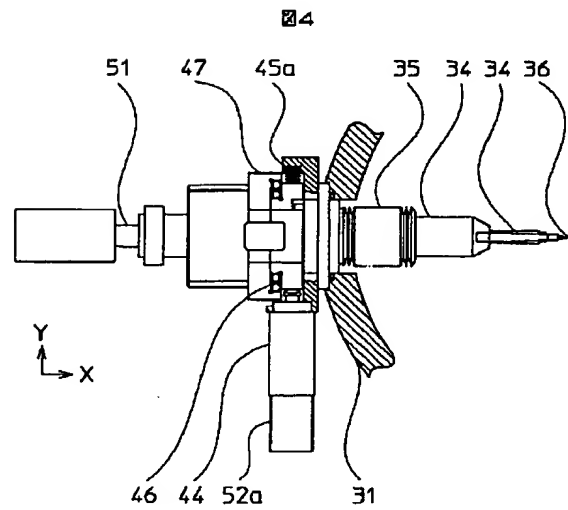
【図2】



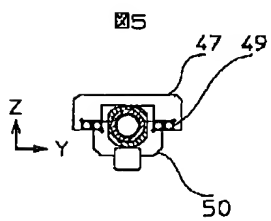
【図3】



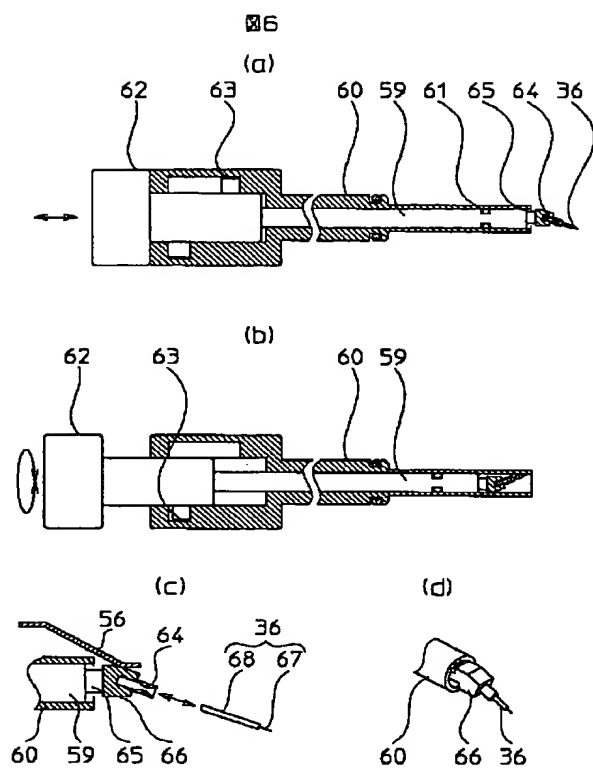
【図4】



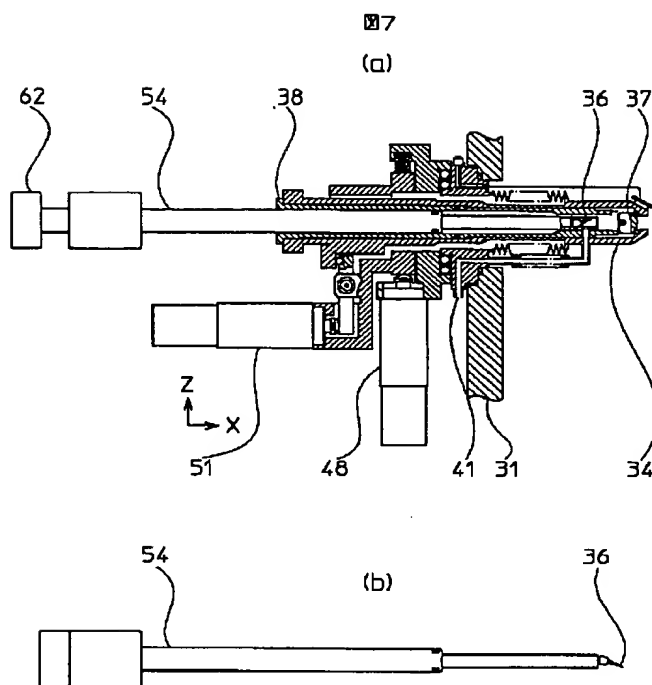
【図5】



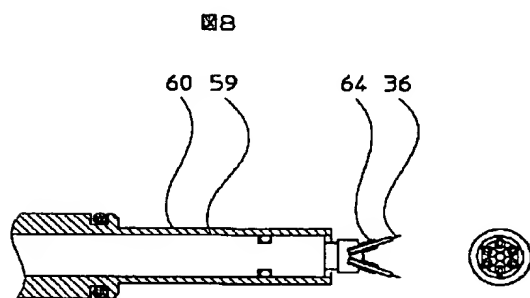
【図 6】



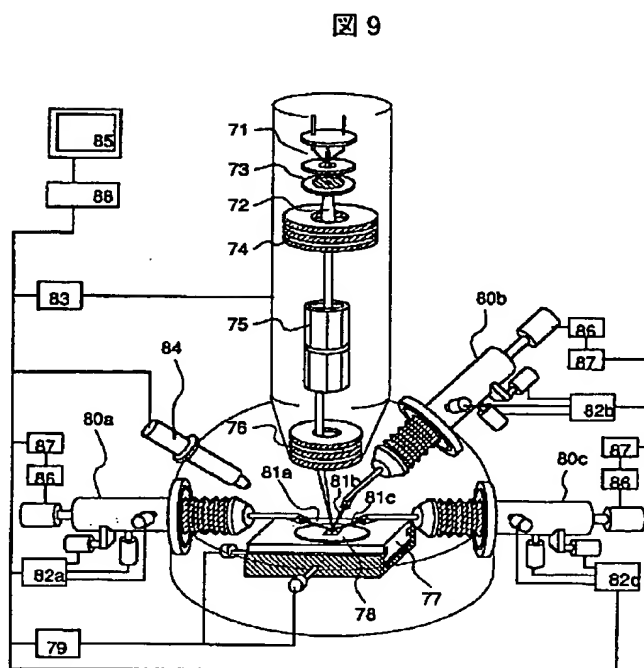
【図 7】



【図 8】

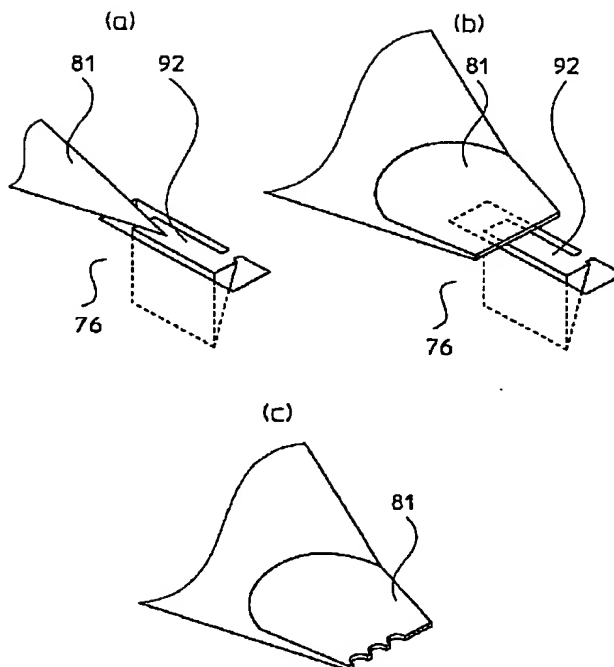


【図 9】



【图 1-1】

11



(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコート' (参考)

G O 1 R 31/28

G 0 1 R 31/28

K

(72)発明者 富松 聡

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 小池 英巳

茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会社日立製作所計測器事業部内

Fターム(参考) 2G011 AA02 AA12 AB01 AC01 AC02

AC06 AC12 AC21 AE03 AF06

2G032 AF02 AF04 AF05 AF08 AG01

AH07 AK03 AL02

3F060 AA00 AA09 BA10 EB05 GA01

GA11 HA00

5C001 AA01 AA03 AA04 BB07 CC04

CC07

9A001 BB05 BB06 KK54 LL05 LL08

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**